

AP20 Rec'd PCT/PTO 27 APR 2006

明 細 書

発光素子

技術分野

[0001] この発明は発光素子に関する。

背景技術

[0002] 半導体発光素子は、AlGaInPやInAlGaInなどを基本材料とする高輝度タイプのものが開発されてきたが、材料及び素子構造の長年にわたる進歩の結果、素子内部における光電変換効率が理論上の限界に次第に近づきつつある。従って、一層高輝度の素子を得ようとした場合、素子からの光取り出し効率が極めて重要となる。光取り出し効率を高めるために、一般的に採用されている方法として、素子チップの周囲を屈折率の高い樹脂によりモールドする手法を例示できる。具体的には、特開平11-191641号公報のように、エポキシ樹脂で素子チップを覆った発光素子が広く知られている。この場合、素子チップの底面を発光駆動端として用いるために、該底面をAgペースト等の導電性接着層を介して金属ステージに接着し、該金属ステージに設けた駆動端子から素子チップに発光駆動電圧を印加する構造が採用されることも多い。該構造では、金属ステージ上に接着された素子チップを導電性接着層とともにモールドすることになる。

[0003] ところで、素子チップを樹脂でモールドした場合、多くの樹脂は発光駆動時の温度上昇や、使用環境温度の昼夜の寒暖差、あるいは真夏の直射日光照射などの影響により膨張を起こす。この膨張時の応力が素子チップに付加されると、金属ステージ上に接着した素子チップが剥がれ、金属ステージとの導通不良を生ずることがある。特に、特開平6-296040号公報の図8のように、素子チップの底面側に、発光層部成長用に用いたGaAs基板の一部を残し、このGaAs基板の底面にて接着を行なう場合、GaAs基板を除去した領域では、発光層部と金属ステージとの間に隙間を生じる。この隙間に充填された樹脂が上記のような膨張を起こすと、素子チップは、樹脂膨張変位によりジャッキアップされるような形で浮き上がり、接着層から剥がれて点灯不能となってしまうなどの不具合を生ずることがある。

Best Available Copy

Best Available Copy

[0004] 本発明の課題は、モールド樹脂が膨張しても金属ステージ上に接着した素子チップの剥がれを生じにくい構造を有した発光素子を提供することにある。

発明の開示

[0005] (第一発明)

上記の課題を解決するために、第一発明の発光素子の第一は、発光層部を有するとともに自身の第一主表面に主光取り出し面が形成された素子チップの第二主表面が導電性接着層を介して金属ステージに接着され、素子チップを導電性接着層とともに金属ステージ上にて、発光層部からの発光光束に対して透光性を有する高分子モールド材料からなるモールド部にて覆った構造を有し、さらに、

該素子チップの厚さ方向における少なくとも一部区間において、第一主表面側から第二主表面側に向けて、厚さ方向と直交する断面積が連続的又は段階的に減少する断面減少部が形成され、モールド部の一部が、該断面減少部を少なくとも覆う第一モールド層と、該第一モールド層の外側を覆う第二モールド層とを有し、第一モールド層が第二モールド層よりも軟質の高分子モールド材料にて構成されたことを特徴とする。

[0006] なお、本明細書を通じて素子の「光取り出し面」とは、発光光束が外部に取り出し可能となっている素子表面のことであり、「主光取り出し面」とは、主化合物半導体層の第一主表面に形成される光取り出し面のことをいう。また、上記主光取り出し面以外にも、主化合物半導体層の側面や化合物半導体層の第二主表面に形成される切り欠き部の底面などが光取り出し面を構成可能である。また、「主化合物半導体層」は、発光層部を含む化合物半導体の積層体を、切り欠き部底面を含む平面にて厚さ方向に二分したとき、発光層部を含んでいる部分のことをいう。

[0007] 第一発明の適用対象となるのは、厚さ方向における少なくとも一部区間において、第一主表面側から第二主表面側に向けて、厚さ方向と直交する断面積が連続的又は段階的に減少する断面減少部が形成される発光素子チップである。この断面減少部に接するモールド材料が、発光駆動時の温度上昇や、使用環境温度の昼夜の寒暖差、あるいは真夏の直射日光照射などの影響等により膨張を起こすと、素子チップを接着層から浮き上がらせる向きに応力が生じ、素子チップの剥がれを起こす要因と

なる。しかし、第一発明の第一では、該断面減少部に接する第一モールド層を、該第一モールド層の外側を覆う第二モールド層よりも軟質の樹脂で構成したので、膨張を生じても簡単に圧縮変形するので発生応力レベルが軽減され、素子チップが導電性接着層から剥がれる等の不具合を効果的に抑制することができる。

[0008] 具体的には、第二モールド層は、少なくともその一部をエポキシ樹脂により構成することができる。ただし、エポキシ樹脂以外のモールド材料(例えば、ポリフッ化ビニリデンなどのふっ素樹脂:エポキシ樹脂とともに、後述のシリコーン樹脂よりは硬質である)をエポキシ樹脂と併用することも可能であり、例えばエポキシ樹脂とふっ素樹脂との複数層構造を有するものとして第二モールド層を構成することもできる。

[0009] 第一モールド層を構成する軟質の高分子材料としては、シリコーン樹脂を好適に使用できる。シリコーン樹脂は、一般に柔軟で膨張変位の吸収効果が良好であり透明性も高く、また、液状の未硬化組成物も簡単に得られるので、モールド層の形成も容易である。具体的には、半導体デバイスのp-n接合短絡防止用に汎用されているジャンクションコーティングレジン(Junction Coating Resin:JCR)用のシリコーン樹脂(ゴム及びエラストマーを概念として含む)を、第一発明の第一に好適に採用できる。

[0010] また、第一発明の発光素子の第二は、発光層部を有するとともに自身の第一主表面に主光取り出し面が形成された素子チップの第二主表面が導電性接着層を介して金属ステージに接着され、前記素子チップを前記導電性接着層とともに前記金属ステージ上にて、前記発光層部からの発光光束に対して透光性を有する高分子モールド材料からなるモールド部にて覆った構造を有し、さらに、

素子チップは、該素子チップの厚さ方向における少なくとも一部区間において、第一主表面側から第二主表面側に向けて、厚さ方向と直交する断面積が連続的又は段階的に減少する断面減少部が形成され、モールド部は、該断面減少部を覆う部分が少なくとも、シリコーン樹脂からなる高分子モールド材料にて構成されたことを特徴とする。上記第一発明の第二では、モールド部の断面減少部に接する部分を、柔軟で膨張変位の吸収効果が良好であり透明性も高いシリコーン樹脂で構成したので、膨張を生じても簡単に圧縮変形するので発生応力レベルが軽減され、素子チップが導電性接着層から剥がれる等の不具合を効果的に抑制することができる。

[0011] また、第一発明の発光素子の第三は、断面減少部と接するモールド層を硬度の観点から捉えたものであり、発光層部を有するとともに自身の第一主表面に主光取り出し面が形成された素子チップの第二主表面が導電性接着層を介して金属ステージに接着され、前記素子チップを前記導電性接着層とともに前記金属ステージ上にて、前記発光層部からの発光光束に対して透光性を有する高分子モールド材料からなるモールド部にて覆った構造を有し、さらに、

前記素子チップは、該素子チップの厚さ方向における少なくとも一部区間において、前記第一主表面側から前記第二主表面側に向けて、前記厚さ方向と直交する断面積が連続的又は段階的に減少する断面減少部が形成され、前記モールド部は、該断面減少部を覆う部分が少なくとも、JIS:K6253に規定のタイプAデュロメータ硬度にて50以下の柔軟材料からなる高分子モールド材料にて構成されたことを特徴とする。断面減少部と接するモールド層が上記タイプAデュロメータ硬度にて50以下の硬度を有している場合に、膨張変位の吸収効果ひいては素子チップの剥がれ防止効果がより顕著となり、素子チップが導電性接着層から剥がれる等の不具合を効果的に抑制することができる。

[0012] 一方、断面減少部と接するモールド層の硬度の好ましい値には下限値も存在する。例えば、硬度が適当な下限値以上(例えばJIS:K6253に規定のタイプAデュロメータ硬度にて17以上:望ましくは30以上)を有するシリコン樹脂であれば、モールド部の全体をシリコン樹脂にて構成することも可能である(第一発明の発光素子の第二に係る下位概念である)。また、タイプAデュロメータ硬度にて50以下の硬度条件を満たすものであれば、シリコン樹脂のほかに、ウレタン系エラストマー(ゴム)などの使用も可能である。

[0013] 他方、第一発明の発光素子の第一の構成、すなわち軟質の第一のモールド層の外側を、エポキシ樹脂等の硬質の第二のモールド層で覆う構成を採用する場合は、第一のモールド層の硬度の下限値をさらに低く設定すること、例えばタイプAデュロメータ硬度にて17未満の樹脂にて第一のモールド層を構成することもできる。例えばゲル状シリコン樹脂は、タイプAデュロメータでは硬度測定不能であり、この場合は、別の方法により硬度が規定される。具体的には、JIS:K2220に規定の稠度試験法

において、1/4コーン針を使用し、荷重9.38gにて測定した針入度を硬度の指標として使用できる。上記ゲル状シリコーン樹脂は、その針入度が例えば50以上80未満(この数値は、タイプAデュロメータ硬度17よりもはるかに低い硬度である)のものを採用できる。このように、より軟質の材料を第一のモールド層に適用すると、その外側をエポキシ樹脂等の硬質の第二のモールド層で覆うことで、モールドとしての強度及び耐久性を確保することができる。また、断面減少部がより柔軟な樹脂で覆われることで、膨張変位の吸収効果がより高められ、さらには、エポキシ樹脂等の第二のモールド層が硬化時の収縮等により、第一のモールド層との間に不要な隙間を生じようとしても、第一のモールド層が容易に追従変形して隙間を埋めるので、モールドの密閉性を高めることができる。

[0014] 第一発明に採用可能なシリコーン樹脂(JCR用)の市販品としては、ゲル状シリコーン樹脂としてのKJR-9010(針入度:65)、KJR-9015(針入度:65)、KJR-9016(針入度:70)、KJR9017(針入度:65)(いずれも信越化学工業(株)の製品名)、シリコーンエラストマーとしてのKJR-9022(タイプAデュロメータ硬度:17)、KJR-9023(タイプAデュロメータ硬度:22)、KJR-9025(タイプAデュロメータ硬度:42)、KJR-9030及びX-35-233-2(いずれも信越化学工業(株)の製品名)を例示できる。全て、タイプAデュロメータ硬度では50以下の値を有する材料である。

[0015] また、第一発明の発光素子においては、導電性接着層がAgペースト層として素子チップの第二主表面の周囲にはみ出して形成されている場合、このAgペースト層のはみ出し面がペースト反射面を形成し、発光光束の反射率を向上することができる。この場合、該ペースト反射面を、シリコーン樹脂からなる高分子モールド材料にて覆っておくといよい。シリコーン樹脂はエポキシ樹脂等と比較して水分の遮断性に優れ、エポキシ樹脂モールドによりペースト反射面を覆った従来の構造と比較して、ペースト反射面への浸透水分の到達、ひいてはそれによるペースト反射面の酸化劣化が抑制され、反射率を長期にわたって良好に保つことができる。

[0016] 上記第一発明の発光素子は、素子チップが、発光層部を有するとともに自身の第一主表面側に主光取り出し面が形成された主化合物半導体層と、該主化合物半導体層の第二主表面側に位置する導電性のベース半導体層とを備え、ベース半導体

層の第二主表面が導電性接着層を介して金属ステージに接着され、

主光取り出し面の直下部分の少なくとも一部が切り欠き対象部となり、かつ、該切り欠きの結果として生ずる残留部分が、光取り出し側電極の直下部分の少なくとも一部を含むようにベース半導体層に切り欠き部が形成され、該切り欠き部の少なくとも底面が断面減少部を構成するものとすることができる。

[0017] 上記の構成によると、ベース半導体層が、主化合物半導体層の第二主表面のうち主光取り出し面の直下領域となる部分で切り欠かれることにより、該部分へ向かう発光光束をより効率的に取り出すことが可能となり、光取り出し効率を大幅に高めることができる。また、第一発明では、切り欠き部が上記したように軟質の高分子モールド材料により充填されるので、充填された該高分子モールド材料が仮に膨張しても発生応力レベルが小さくて済み、素子チップが導電性接着層から浮き上がって剥がれる等の不具合を効果的に抑制することができる。

[0018] この場合、ベース半導体層は、その厚さ方向における少なくとも途中位置から金属ステージに接着される第二主表面側に向けて、該厚さ方向と直交する断面積が連続的又は段階的に増加する断面増加部が形成されてなるものとして形成することができる。ベース半導体層の第二主表面側にこのような断面増加部を設けることで、切り欠き部内部の高分子モールド材料が膨張したときの膨張応力が、断面増加部においてベース半導体層を導電性接着層に押し付ける向きに作用し、素子チップが導電性接着層から浮き上がって剥がれる等の不具合をより効果的に抑制することができる。

[0019] この場合、切り欠き部においてベース半導体層の側面が凹状湾曲断面形態に形成されてなり、厚さ方向において該ベース半導体層の側面の湾曲底位置よりも第二主表面側に位置する部分が断面増加部を形成した構成とすることができる。ベース半導体層の側面を上記のごとき凹状湾曲断面形態とすることで、切り欠き部内に充填されたモールド材料の膨張応力を湾曲面に沿って種々の方向に分散でき、素子チップの剥がれ等を一層起こりにくくすることができる。また、形態的には、ウェーハを素子チップに分離する際のダイシング溝を利用して、ベース半導体層の側面部を化学エッチングすることにより、比較的容易に得ることができる利点もある。

[0020] また、ベース半導体層の側面には、厚さ方向における第二主表面側末端位置に、

外向きに突出する鰐状の突出部分が断面増加部の少なくとも一部をなす形で形成することもできる。このような鰐状の突出部分を形成することにより、断面増加部を面積的に寸法拡大することができ、モールド材料からの膨張応力を受けたときに、ベース半導体層が導電性接着層に押し付けられる効果がより高められ、素子チップの剥がれ等を一層起こりにくくすることができる。さらに、鰐状の突出部分形成により金属ステージへの接着面積も増加し、接着強度を高めることができる。

[0021] また、第一発明の発光素子は以下のように構成することもできる。すなわち、主化合物半導体層が光吸収性化合物半導体基板の第一主表面上にエピタキシャル成長され、主化合物半導体層の第一主表面の一部領域を主光取り出し面とし、発光層部に発光駆動電圧を印加するための光取り出し側電極が、主化合物半導体層の第一主表面の一部を覆う形で形成される。そして、主光取り出し面の直下部分の少なくとも一部が切り欠き対象部となり、かつ、該切り欠きの結果として生ずる残留基板部に光取り出し側電極の直下部分の少なくとも一部が含まれるように光吸収性化合物半導体基板に切り欠き部が形成され、当該残留基板部がベース半導体層を形成してなる。発光層部が例えばAlGaInPにて構成される場合、そのエピタキシャル成長に使用する光吸収性化合物半導体基板(ひいては残留基板部)としては、GaAs基板を使用することができる。

[0022] 該構成においては、発光層部(を含む主化合物半導体層)のエピタキシャル成長に用いる光吸収性化合物半導体基板を、該発光層部の成長後に全て除去するのではなく、主光取り出し面の直下部分の少なくとも一部が切り欠き対象部となり、かつ、該切り欠きの結果として生ずる残留基板部に光取り出し側電極の直下部分の少なくとも一部が含まれるように切り欠くようにした。光吸収部として作用する成長用の化合物半導体基板が、主化合物半導体層の第二主表面のうち主光取り出し面の直下領域となる部分で切り欠かれることにより、該部分へ向かう発光光束も外部へ取り出すことが可能となり、光取り出し効率を大幅に高めることができる。他方、光取り出し側電極の直下領域には基板の一部が残留基板部として残される。残留基板部は光吸収の作用を有するが、光取り出し側電極の直下領域にて仮に反射光を生じても光取り出し側電極に結局は遮られるので、この部分に基板の一部が残されることによる実害

は少ない。そして、光吸収性化合物半導体基板の一部を該領域に残留基板部として残すことで、該残留基板部による光吸収の影響をそれほど顕著化することなく、発光層部への剛性付与の機能を担わせることができる。

[0023] 上記切り欠き部は、光取り出し側電極の直下部分を取り囲む形で、その周縁部に沿って形成しておけば、該切り欠き部を利用して取り出される発光光束をより増加させることができる。また、残留基板部と発光層部との間に、化合物半導体よりなる補助電流拡散層を設けておくと、切り欠き部底面から取り出される発光光束をより増加することができる。切り欠き部を形成する際には、厚さが十分(例えば20nm以下)に小さければ、光吸収性化合物半導体基板の一部が切り欠き部の底に残留していても差し支えない。しかし、反射率を可及的に高める観点においては、基板に由来した光吸収性の化合物半導体になるべく切り欠き部の底に残留していないこと、つまり、切り欠き部が光吸収性化合物半導体基板を厚さ方向に貫通して形成され、(基板よりも光吸収性の小さい)主化合物半導体層の第二主表面を切り欠き部に露出させることが望ましい。

[0024] 素子チップに形成された前述の切り欠き部は、導電性接着層によるベース半導体層の接着時において、主化合物半導体層の側面側に這い上がろうとする金属ペーストの吸収空間として利用できる。これにより、這い上がった金属ペーストにより主化合物半導体層に含まれる発光層部のp-n接合が短絡するなどの不具合を効果的に防止することができる。この場合、残留基板部の厚さを40 μ m以上に確保しておくと、上記効果を一層顕著なものとすることができる。

[0025] 他方、素子チップの側面は、厚さ方向において、第一主表面から第二主表面に至る少なくとも一部区間を、断面積が連続的に減少する傾斜面とすることができる。このような傾斜面の形成により、素子チップの側面面積を増加でき、光取り出し効率を向上できる。また、該傾斜面を反射金属層で覆えば、発光層部からの発光光束を主光取り出し面側に反射でき、該側への発光光束の指向性を高めることができる。そして、該傾斜面は前述の断面減少部となるので、第一モールド層を、該傾斜面を覆う形で形成しておけば、素子チップの導電性接着層からの剥がれ等を効果的に抑制できる。

[0026] なお、第二モールド層が、第一モールド層よりも屈折率が大きく、主化合物半導体層をなす化合物半導体よりも屈折率が小さい材料からなる場合、上記のいずれの構成においても、主化合物半導体層の主光取り出し面と直接接する形で配置しておけば、主光取り出し面での光取り出し効率をより高めることができる。

[0027] (第二発明)

第二発明の発光素子は、発光層部を有するとともに自身の第一主表面側に主光取り出し面が形成された主化合物半導体層と、該主化合物半導体層の第二主表面側に位置する光吸収性のベース半導体層とを備えた素子チップの、ベース半導体層の第二主表面が導電性接着層を介して金属ステージに接着され、素子チップを導電性接着層とともに金属ステージ上にて、発光層部からの発光光束に対して透光性を有する高分子モールド材料からなるモールド部にて覆った構造を有し、さらに、

主光取り出し面の直下部分の少なくとも一部が切り欠き対象部となり、かつ、該切り欠きの結果として生ずる残留部分が、光取り出し側電極の直下部分の少なくとも一部を含むように、ベース半導体層に切り欠き部が形成され、

切り欠き部が形成されたベース半導体層の第二主表面を金属ステージ上に導電性接着層を介して接着し、その状態で素子チップを金属ステージ上にて、切り欠き部が高分子モールド材料により充填されるようにモールド部が形成され、さらに、ベース半導体層は、その厚さ方向における少なくとも途中位置から金属ステージに接着される第二主表面側に向けて、該厚さ方向と直交する断面積が増加する断面増加部が形成されてなることを特徴とする。

[0028] 第二発明の発光素子においては、光吸収性のベース半導体層の第二主表面を導電性接着層を介して金属ステージに接着し、素子チップを導電性接着層とともに金属ステージ上にてモールド部により覆う。ベース半導体層が、主化合物半導体層の第二主表面のうち主光取り出し面の直下領域となる部分で切り欠かれることにより、該部分へ向かう発光光束をより効率的に切り欠き部より取り出すことが可能となり、光取り出し効率を大幅に高めることができる。また、切り欠き部は高分子モールド材料により充填されるが、ベース半導体層の第二主表面側には上記の断面増加部を設けることにより、切り欠き部内部を充填する高分子モールド材料が膨張したときの膨張応

力が、断面増加部においてベース半導体層を導電性接着層に押し付ける向きに作用するので、素子チップが導電性接着層から浮き上がって剥がれる等の不具合を効果的に抑制することができる。断面増加部は、厚さ方向と直交する断面積が連続的に増加するものであっても、段階的に増加するものであってもいずれでもよい。

[0029] 上記のモールド部は、少なくとも一部をエポキシ樹脂にて構成することができる。エポキシ樹脂は屈折率が比較的大きいので、光取り出し効率の向上効果が特に著しいが、熱膨張率も高いため、上記のような素子チップ剥がれなどの不具合が生じやすい。しかし、第二発明により、熱膨張率の高いエポキシ樹脂をモールド材料として採用した場合においても、素子チップ剥がれなどの不具合を効果的に抑制しつつ、光取り出し改善効果を問題なく享受できるようになる。エポキシ樹脂により切り欠き部が充填された構成を採用する場合は、特に効果が著しい。なお、モールド部は全体がエポキシ樹脂で構成されていてもよいし、一部のみがエポキシ樹脂で構成されていてもよい。

[0030] 第二発明の発光素子においては、切り欠き部においてベース半導体層の側面が凹状湾曲断面形態に形成されてなり、厚さ方向において該ベース半導体層の側面の湾曲底位置よりも第二主表面側に位置する部分が断面増加部を形成した構成とすることができる。ベース半導体層の側面を上記のごとき凹状湾曲断面形態とすることで、切り欠き部内に充填されたモールド材料の膨張応力を湾曲面に沿って種々の方向に分散でき、素子チップの剥がれ等を一層起こりにくくすることができる。また、形態的には、ウェーハを素子チップに分離する際のダイシング溝を利用して、ベース半導体層の側面部を化学エッチングすることにより、比較的容易に得ることができる利点もある。

[0031] また、ベース半導体層の側面には、厚さ方向における第二主表面側末端位置に、外向きに突出する鰐状の突出部分が断面増加部の少なくとも一部をなす形で形成することもできる。このような鰐状の突出部分を形成することにより、断面増加部を面積的に寸法拡大することができ、モールド材料からの膨張応力を受けたときに、ベース半導体層が導電性接着層に押し付けられる効果がより高められ、素子チップの剥がれ等を一層起こりにくくすることができる。さらに、鰐状の突出部分形成により金属

ステージへの接着面積も増加し、接着強度を高めることができる。

[0032] 次に、第二発明の発光素子は以下のように構成することができる。すなわち、主化合物半導体層が光吸収性化合物半導体基板の第一主表面上にエピタキシャル成長され、主化合物半導体層の第一主表面の一部領域を主光取り出し面とし、発光層部に発光駆動電圧を印加するための光取り出し側電極が、主化合物半導体層の第一主表面の一部を覆う形で形成される。そして、主光取り出し面の直下部分の少なくとも一部が切り欠き対象部となり、かつ、該切り欠きの結果として生ずる残留基板部に光取り出し側電極の直下部分の少なくとも一部が含まれるように光吸収性化合物半導体基板に切り欠き部が形成され、当該残留基板部がベース半導体層を形成してなる。発光層部が例えばAlGaInPにて構成される場合、そのエピタキシャル成長に使用する光吸収性化合物半導体基板(ひいては残留基板部)としては、GaAs基板を使用することができる。

[0033] 該構成においては、発光層部(を含む主化合物半導体層)のエピタキシャル成長に用いる光吸収性化合物半導体基板を、該発光層部の成長後に全て除去するのではなく、主光取り出し面の直下部分の少なくとも一部が切り欠き対象部となり、かつ、該切り欠きの結果として生ずる残留基板部に光取り出し側電極の直下部分の少なくとも一部が含まれるように切り欠くようにした。光吸収部として作用する成長用の化合物半導体基板が、主化合物半導体層の第二主表面のうち主光取り出し面の直下領域となる部分で切り欠かれることにより、該部分へ向かう発光光束も外部へ取り出すことが可能となり、光取り出し効率を大幅に高めることができる。他方、光取り出し側電極の直下領域には基板の一部が残留基板部として残される。残留基板部は光吸収の作用を有するが、光取り出し側電極の直下領域にて仮に反射光を生じても光取り出し側電極に結局は遮られるので、この部分に基板の一部が残されることによる実害は少ない。そして、光吸収性化合物半導体基板の一部を該領域に残留基板部として残すことで、該残留基板部による光吸収の影響をそれほど顕著化することなく、発光層部への剛性付与の機能を担わせることができる。

[0034] 上記切り欠き部は、光取り出し側電極の直下部分を取り囲む形で、その周縁部に沿って形成しておけば、該切り欠き部を利用して取り出される発光光束をより増加さ

せることができる。また、残留基板部と発光層部との間に、化合物半導体よりなる補助電流拡散層を設けておくと、切り欠き部底面から取り出される発光光束をより増加することができる。切り欠き部を形成する際には、厚さが十分(例えば20nm以下)に小さければ、光吸収性化合物半導体基板の一部が切り欠き部の底に残留していても差し支えない。しかし、反射率を可及的に高める観点においては、基板に由来した光吸収性の化合物半導体になるべく切り欠き部の底に残留していないこと、つまり、切り欠き部が光吸収性化合物半導体基板を厚さ方向に貫通して形成され、(基板よりも光吸収性の小さい)主化合物半導体層の第二主表面を切り欠き部に露出させることが望ましい。

- [0035] 素子チップに形成された前述の切り欠き部は、導電性接着層によるベース半導体層の接着時において、主化合物半導体層の側面側に這い上がろうとする金属ペーストの吸収空間として利用できる。これにより、這い上がった金属ペーストにより主化合物半導体層に含まれる発光層部のp-n接合が短絡するなどの不具合を効果的に防止することができる。この場合、残留基板部の厚さを40 μ m以上に確保しておくと、上記効果を一層顕著なものとすることができる。

図面の簡単な説明

- [0036] [図1]図1は、第一発明の発光素子の一例を示す断面模式図。
[図2]図2は、図1の素子チップを拡大して示す断面模式図。
[図3]図3は、図1の発光素子の製造方法の一例を示す工程説明図。
[図4]図4は、図3に続く工程説明図。
[図5]図5は、凹状湾曲断面形態の切り欠き部を形成する別工程の説明図。
[図6]図6は、図1の発光素子の第一変形例を示す断面模式図。
[図7]図7は、図5の発光素子の製造方法の一例を示す工程説明図。
[図8]図8は、残留基板部の製造工程の変形例を示す説明図。
[図9]図9は、図1の発光素子の第二変形例を示す断面模式図。
[図10]図10は、図1の発光素子の第三変形例を示す断面模式図。
[図11]図11は、図1の発光素子の第四変形例を示す断面模式図。
[図12]図12は、図1の発光素子の第五変形例を示す断面模式図。

[図13]図13は、第二発明の発光素子の一例を示す断面模式図。

[図14]図14は、モールド部の膨張により素子チップに剥がれが生ずる様子を示す説明図。

発明を実施するための最良の形態

[0037] (第一発明)

以下、第一発明を実施するための最良の形態を添付の図面を用いて説明する。図1の発光素子100は、発光層部24を有した主化合物半導体層40が光吸収性化合物半導体基板(図3参照:符号10)の第一主表面上にエピタキシャル成長された素子チップ100Cを有する。図2は、素子チップ100Cの拡大図であり、主化合物半導体層40の第一主表面側に主光取り出し面EAが形成されるとともに、発光層部24に発光駆動電圧を印加するための光取り出し側電極9が、主化合物半導体層40の第一主表面の一部(具体的には、主光取り出し面EAの残余領域)を覆うように形成されている。図3の光吸収性化合物半導体基板10は、図1において光取り出し側電極9の直下部分を除いて周縁部が切り欠かれることにより切り欠き部1jが形成され、該切り欠き部1jの周縁に残された基板部分が残留基板部(ベース半導体層)1とされている。図1において、透明厚膜半導体層20、接続層7、発光層部24及び補助電流拡散層91は主化合物半導体層40に属し、バッファ層2及び残留基板部1は主化合物半導体層40に属さない。

[0038] 図2に拡大して図示するように、発光層部24は、ノドープ($\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x\text{In}_{1-y}\text{P}_y$) (ただし、 $0 \leq x \leq 0.55$, $0.45 \leq y \leq 0.55$) 混晶からなる活性層5を、p型($\text{Al}_{1-z}\text{Ga}_z\text{In}_{1-y}\text{P}_y$) In_{1-y}P (ただし $x < z \leq 1$) からなるp型クラッド層6と、n型($\text{Al}_{1-z}\text{Ga}_z\text{In}_{1-y}\text{P}_y$) In_{1-y}P (ただし $x < z \leq 1$) からなるn型クラッド層4とにより挟んだ構造を有し、活性層5の組成に応じて、発光波長を、緑色から赤色領域(発光波長(ピーク発光波長)が550nm以上670nm以下)にて調整できる。発光素子100(図1)においては、光取り出し側電極9側にp型クラッド層6が配置されており、残留基板部1側にn型クラッド層4が配置されている。従って、通電極性は光取り出し側電極9が正である。なお、ここでいう「ノドープ」とは、「ドーパントの積極添加を行なわない」との意味であり、通常の製造工程上、不可避免的に混入するドーパント成分の含有(例えば $10^{13} \sim 10^{16} / \text{cm}^3$ 程度を上限とする)

をも排除するものではない。また、残留基板部1はGaAs単結晶からなる。

[0039] 主化合物半導体層40においては、発光層部24の第一主表面上に、GaP(あるいはGaAsPやAlGaAsでもよい)よりなる透明厚膜半導体層20が形成され、該透明厚膜半導体層20の第一主表面の略中央に前述の光取り出し側電極9(例えばAu電極)が形成されている。透明厚膜半導体層20の第一主表面における、光取り出し側電極9の周囲の領域が主光取り出し面EAをなす。なお、本実施形態では、光取り出し側電極9との接触抵抗をより軽減し、また面内の電流拡散効果を高めるために、透明厚膜半導体層20の光取り出し側電極9側の表層部が、残余の部分よりもドーパント濃度が高められた高濃度ドーピング層20hとされている。透明厚膜半導体層20は、例えば10 μ m以上200 μ m以下(好ましくは40 μ m以上200 μ m以下)の厚膜に形成されることで、層側面20Sからの取り出し光束も増加させ、発光素子全体の輝度(積分球輝度)を高める役割も担う。また、透明厚膜半導体層20を、発光層部24からの発光光束のピーク波長に相当する光量子エネルギーよりも大きなバンドギャップエネルギーを有するIII-V族化合物半導体にて構成することで、発光光束に対する吸収も抑制されている。なお、光取り出し側電極9と透明厚膜半導体層20との間には、両者の接触抵抗を減ずるための接合合金化層9aが、例えばAuBe合金等を用いて形成されている。

[0040] 他方、残留基板部1側においては、切り欠き部1jが該残留基板部1を厚さ方向に貫通して形成され、主化合物半導体層40の第二主表面、ここでは補助電流拡散層91の第二主表面の一部が切り欠き部1jに露出している(この露出面が切り欠き部1jの底面を形成する)。光吸収性化合物半導体基板ひいては残留基板部1は、本実施形態では、n型を有するものとされている。

[0041] 本実施形態においては、発光層部24からの発光光束が、該切り欠き部1jからも取り出し可能とされている。具体的には、残留基板部1の第二主表面が、反射部材を兼ねた金属ステージ52上に接着され、切り欠き部1jから取り出された発光光束を該金属ステージ52の反射面RPにて反射させるようにしている。残留基板部1の第二主表面には、その全面に裏面電極部をなす接合合金化層16が形成されている。接合合金化層16は、Au又はAgを主成分として(50質量%以上)、これに、コンタクト先とな

る半導体の種別及び導電型に応じ、オーミックコンタクトを取るための合金成分を適量配合したコンタクト用金属を半導体表面上に膜形成した後、合金化熱処理(いわゆるシンター処理)を施すことにより形成されたものである。接合合金化層16は、本実施形態ではAuGeNi合金(例えばGe:15質量%、Ni:10質量%、残部Au)を用いて形成されている。

[0042] 図1に示すように、この接合合金化層16において残留基板部1は、金属ペースト層(導電性接着層)117を介して金属ステージ52の反射面RP上に接着されている。これにより、発光層部24は残留基板部1を導通路とする形で、金属ペースト層117を介して金属ステージ52に電氣的に接続される。金属ペースト層117は、Ag等の金属粉末を結合用の樹脂及び溶剤からなるビヒクル中に分散させた金属ペーストを塗付後、乾燥させることにより形成されるものである。一方、光取り出し側電極9は導体金具51にAuワイヤ等で構成されたボンディングワイヤ9wを介して電氣的に接続される。導体金具51は金属ステージ52を貫通して裏面側に延び、第一通電端子51aを形成している。他方、金属ステージ52の裏面側には第二通電端子52aが突出形成されている。導体金具51と金属ステージ52との間には樹脂製の絶縁リング51iが配置されている。発光層部24には、第一通電端子51a及び第二通電端子52aを介して発光駆動電圧が印加される。

[0043] 金属ステージ52上において素子チップ100Cは、金属ペースト層117とともに、発光層部24からの発光光束に対して透光性を有する高分子モールド材料からなるモールド部25にて覆われている。モールド部25は、素子チップ100Cの切り欠き部1jが高分子モールド材料により充填される形で形成されている。素子チップ100Cの第一主表面側から第二主表面側に向けて、厚さ方向と直交するチップの断面積は、切り欠き部1jの底面(主化合物半導体層40の第二主表面の露出面)によって段階的に減少している。つまり、切り欠き部1jの底面が断面減少部を形成してなる。そして、モールド部25においては、この切り欠き部1jを充填する形で、JCR用のシリコン樹脂(例えば、前述のゲル状シリコン樹脂としてのKJR-9010など)からなる第一モールド層26が形成され、さらに第一モールド層26を覆う形でエポキシ樹脂からなる第二モールド層25mが形成されている。第一モールド層26は第二モールド層25mより

も軟質である。また、屈折率の大きい第二モールド層25mは、主化合物半導体層40の側面及び主光取り出し面をなす第一主表面と直接接する形で配置され、主化合物半導体層の側面及び主光取り出し面からの光取り出し効率が高められている。

[0044] また、残留基板部1は、その厚さ方向における途中位置から、金属ステージ52に接着される第二主表面側に向けて、該厚さ方向と直交する断面積が連続的に増加する断面増加部1gが形成されている。具体的には、切り欠き部1jにおいて残留基板部1の側面が凹状湾曲断面形態に形成されてなり、厚さ方向において該残留基板部1の側面の湾曲底位置よりも第二主表面側に位置する部分が断面増加部1gを形成してなる。他方、残留基板部1の側面の湾曲底位置よりも第一主表面側に位置する部分は断面減少部を形成しているが、この部分は、切り欠き部1jの底面と共に軟質の第一モールド層26により覆われている。

[0045] 次に、残留基板部1と発光層部24との間には、AlGaInP、AlGaAs、AlInP、InGaP等の化合物半導体よりなる補助電流拡散層91が形成されている。補助電流拡散層91の厚さは例えば $0.5\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下(望ましくは $1\mu\text{m}$ 以上 $15\mu\text{m}$ 以下)であり、発光層部24の、これに近い側のクラッド層(本実施形態ではn型クラッド層4)よりも有効キャリア濃度(従って、n型ドーパント濃度)が高くされ、面内の電流拡散効果が高められている。なお、n型クラッド層4の厚さをp型クラッド層6よりも厚くし、該n型クラッド層4の第二主表面側の表層部に補助電流拡散層としての機能を担わせることも可能である。

[0046] 上記の構成によると、切り欠き部1jの底面から取り出された発光光束を金属ステージ52の反射面RPにて反射させることで、その反射光束RBにより発光層部24の第一主表面側への発光光束を大幅に増加させることができる。残留基板部1と発光層部24との間に設けられた補助電流拡散層91は、切り欠き部1jの底面部への電流拡散効果を高め、発光層部24の該切り欠き部1jに対応した領域への分配電流を増加させる。これにより、切り欠き部1jの底面から取り出される発光光束をより増加することができる。

[0047] また、図14に示すように、残留基板部1の外周面が単純な切り立ち面状になっており、かつモールド部25の全体が硬質のエポキシ樹脂にて構成されていると、該切り欠

き部1jに充填されたエポキシ樹脂が、素子チップ100Cの通電発熱等により膨張したとき、切り欠き部1jの底面(図では、補助電流拡散層91の露出した外周面)と金属ステージ51の上面との間で突っ張り力的な膨張応力を強く生じる。この場合、残留基板部1の厚さ方向の移動に対し、規制的に作用する部位が存在しないため、上記の突っ張り力により素子チップ100Cがジャッキアップされるような形で浮き上がり、接着層をなす金属ペースト層117から剥がれてしまう不具合を生ずる。

[0048] しかし、図1の発光素子100によると、切り欠き部1jに充填されているのが、第一モールド層26を構成する軟質のシリコン樹脂(高分子モールド材料)であり、熱膨張が生じて也容易に圧縮変形するため発生応力レベルは小さくて済む。また、残留基板部1の第二主表面側に断面増加部1gを設けたので、切り欠き部1jに充填されたシリコン樹脂が膨張したとき、その膨張応力は、断面増加部1gにおいて残留基板部1については素子チップ100Cを金属ペースト層117(導電性接着層)に押し付ける向きに作用する。その結果、素子チップ100Cが金属ペースト層117から浮き上がって剥がれる等の不具合を効果的に抑制することができる。また、残留基板部1の側面は凹状湾曲断面形態となっており、切り欠き部1j内に充填されたシリコン樹脂の膨張応力を湾曲面に沿って種々の方向に分散でき、素子チップ100Cの剥がれ等を一層起こりにくくすることができる。図1では、第一モールド層26をタイプAデュロメータ硬度にて17未満の樹脂、具体的にはゲル状シリコン樹脂にて構成しているので、膨張変位の吸収効果がより高められているほか、エポキシ樹脂(高分子モールド材料)からなる第二モールド層25mが硬化時の収縮等により、第一モールド層26との間に不要な隙間を生じようとしても、第一モールド層26は容易に追従変形して隙間を埋めるので、モールド部25の密閉性を高めることができる。

[0049] さらに、本実施形態においては、金属ペースト層117がAgペースト層として素子チップ100Cの第二主表面の周囲にはみ出して形成されており、このAgペースト層のはみ出し面がペースト反射面RP'を形成している。シリコン樹脂からなる第一モールド層26は、該ペースト反射面RP'を覆うように形成されている。シリコン樹脂は、第二モールド層25mをなすエポキシ樹脂等と比較して水分の遮断性に優れるので、ペースト反射面RP'への浸透水分の到達による酸化劣化が抑制され、反射率を長期

にわたって良好に保つことができる。

[0050] 以下、図1の発光素子100の製造方法について説明する。

まず、図3の工程1に示すように、n型GaAs単結晶からなる成長用基板10を用意する。そして、工程2に示すように、その成長用基板10の第一主表面上にGaAsバッファ層2を成長し、さらに、補助電流拡散層91を成長する。続いて、発光層部24として、n型クラッド層4、活性層(ノドープ)5、及びp型クラッド層6を、この順序にて周知のMOVPE(Metal-Organic Vapor Phase Epitaxy)法によりエピタキシャル成長させる。次に工程3に進み、透明厚膜半導体層20(厚さ:10 μ m以上200 μ m以下(例えば100 μ m))を、例えばハイドライド気相成長法(Hydride Vapor Phase Epitaxial Growth Method:HVPE)あるいはMOVPE法を用いてエピタキシャル成長する。特に、GaP、GaAsP又はAlGaAsからなる透明厚膜半導体層20は、HVPE法により良質のものを高速成長しやすく、水素や炭素の残留も少ない利点がある。なお、透明厚膜半導体層20は、GaP、GaAsP又はAlGaAsからなる基板を発光層部24に貼り合わせるにより形成してもよい。この場合は、発光層部24に続く形でAlInP、GaInPまたはAlGaAsからなる結合層7を形成しておき、この結合層7にGaP、GaAsP又はAlGaAsからなる基板を貼り合わせるようにすれば、該貼り合わせをより確実に行なうことができる。HVPE法を用いる場合は、結合層7は特に不要である。

[0051] そして、工程4に進み、成長用基板10の厚さを減ずる処理を行なう。本実施形態では該処理を、成長用基板10の第二主表面側部分1''を研削により除去し、残った基板部分を基板本体部1'としている。これにより、主化合物半導体層40の第二主表面に基板本体部1'が一体化された素子ウェーハWが得られる。

[0052] 次に、図4の工程5に進み、素子ウェーハWの基板本体部1'の第二主表面に、接合合金化層を形成するための金属材料層を蒸着等により形成し、350℃以上500℃以下の温度域で合金化熱処理を行なうことにより、接合合金化層16とする。また、透明厚膜半導体層20の第一主表面に接合合金化層9aを同様に形成する(接合合金化層16と合金化熱処理を兼用することができる)。接合合金化層9aは図1に示すごとく、Au等を蒸着することにより光取り出し側電極9にて覆われる。その後、基板本体部1'の第二主表面に、EVA(Ethylene Vinylacetate Copolymer)樹脂等の柔軟弾性

材料からなるブレード用補助支持シート50を貼り付け、工程6に示すように、素子ウェーハWを個々の発光素子チップに分離するためのダイシング溝DGを、ウェーハの第一主表面側から周知のダイサーを用いて形成する。このとき、ダイシング溝DGは、補助支持シート50が分断されない程度であれば補助支持シート50側に多少食い込んで形成されてもよい。

[0053] そして、工程7に示すように、ダイシング終了後の素子ウェーハWを、GaAsに対して選択エッチング性を有するエッチング液ET(例えばアンモニア／過酸化水素混合液)に浸漬する。エッチング液ETはダイシング溝DG内に浸透し、溝底側に露出するGaAs基板本体部1'とGaAsバッファ層2とを側面から侵食する。基板本体部1'とバッファ層2の侵食は、エッチング液に対する腐食速度が小さい主化合物半導体層40(GaAsバッファ層2と接する層は、ここではAlGaInP等からなる補助電流拡散層91である)との界面側では進みにくく、該界面から離れるに従って侵食は進みやすくなる。しかし、エッチング液ETが、狭いダイシング溝DGを経て基板本体部1'の側面に供給されるため、溝底側ほどエッチング液の交換が進みにくくなる影響で、途中から溝底に向けて再びエッチング速度は鈍る。また、溝底位置には腐食されにくい接合合金化層16が形成されていることも、溝底側でエッチング速度が小さくなる要因である。こうして、基板本体部1'とバッファ層2の側面は凹状湾曲断面形態に侵食されてゆく。この侵食が面内に一定距離進むまでエッチングを継続し、その後エッチング液から引き上げて洗浄すれば、側面が凹状湾曲断面形態となった切り欠き部1jが得られる。なお、エッチング速度はダイシング溝DGの幅により調整できるが、この場合、ダイサーで形成直後の溝幅を、補助支持シート50を面内方向に引張り変形させることにより拡張することもでき、ダイシング代によるウェーハの損失を低減することができる。

[0054] なお、図5に示すように、素子ウェーハWの第二主表面側から、接合合金化層16(電極部)及び基板本体部1'を貫くハーフダイシング溝HDGを形成し、その状態でエッチングを行なうことにより、側面が凹状湾曲断面形態となった切り欠き部1jを形成することもできる。この場合、切り欠き部1jの形成後に、ハーフダイシング溝HDGを延長する形で残余の主化合物半導体層40にフルダイシング溝FDGを形成し、素子チッ

プに分離する。

[0055] 図1に示すごとく、分離後の発光素子チップ100Cは、残留基板部1の第二主表面側を金属ペースト層117により金属ステージ52に接着し、さらに接着側のチップ基端部周囲に第一モールド層26をなすシリコン樹脂を塗布して切り欠き部1jを充填する。その後、光取り出し側電極9をボンディングワイヤ9wにより導体金具51と接続し、さらにエポキシ樹脂からなる第二モールド層25mを形成すれば、発光素子100が完成する。

[0056] なお、図6の発光素子700に示すように、残留基板部1の側面には、厚さ方向における第二主表面側末端位置に、外向きに突出する錨状の突出部分1fを、断面増加部1gの一部をなす形で形成することもできる。このような突出部分1fを形成することにより、断面増加部1gを、接着側となる第二主表面側末端で面積的に寸法拡大することができ、素子チップ100Cの剥がれ等を一層起こりにくすることができる。本実施形態では、残留基板部1の突出部分1fを除いた本体部分の側面が凹状湾曲断面形態とされ、その本体部分1nの末端部も突出部分1fとともに断面増加部1gを構成している。また、本体部分1nと突出部分1fとの境界位置で、残留基板部1の断面積は段階的に増加している。

[0057] 図6のような構造を得るには、図7のような工程を採用すればよい。まず、工程5は図4の工程5と全く同じであるが、工程6のダイシング溝DGの形成時において、溝底位置には基板本体部1'を一部残留させ、その状態で工程7のエッチングを同様に行なう。このエッチング時に、溝底位置に基板残留層1mが一定厚さ残るようにエッチングを終了させ、基板残留層1mにてブレーキングすることにより素子チップ100Cへ分離する。これにより、基板残留層1mが突出部分1fを形成することとなる。

[0058] なお、図3の工程1ー工程4を、図8の工程1ー工程4に置き換えてもよい。図8では、工程1に示すように、n型GaAs単結晶からなる主基板部10mの第一主表面にGaAsからなるバッファ層2をエピタキシャル成長し、次に分離用化合物半導体層としてのエッチストップ層10k(例えばAlInPよりなる)をエピタキシャル成長し、さらに該エッチストップ層10k上に、n型GaAs単結晶からなる副基板部10eをエピタキシャル成長して、発光層部24を成長するための複合成長用基板10を得る。副基板部10eはM

OVPE法又はHVPE法により成長する。そして、工程2及び工程3に示すように、その複合成長用基板10の副基板部10eの第一主表面に、バッファ層を形成することなく、発光層部24及び透明厚膜半導体層20を図3と同様にエピタキシャル成長する。

[0059] そして、工程4に進み、複合成長用基板10の厚さを減ずる処理を行なう。具体的には、GaAsに対して選択エッチング性を有する第一エッチング液(例えばアンモニア／過酸化水素混合液)を用いて主基板部10m及びGaAsバッファ層2をエッチング除去することにより行なう。その後、AlInPに対して選択エッチング性を有する第二エッチング液(例えば塩酸:Al酸化層除去用にフッ酸を添加してもよい)を用いてエッチストップ層10kをエッチング除去する。なお、分離用化合物半導体層として、エッチストップ層10kに代えてAlAs等からなる剥離層を形成し、例えば10%フッ酸水溶液からなるエッチング液に浸漬して該剥離層を選択エッチングすることにより、主基板部10mを剥離する工程を採用してもよい。こうして、残った副基板部10eを、図3の基板本体部1'に相当するものとして、残留基板部1の形成に、同様に使用することができる。

[0060] なお、図9の発光素子200のように、主化合物半導体層40の主光取り出し面及び側面も含めて、素子チップ100Cの全体を第一モールド層26により被覆する構成を採用することもできる。シリコーン樹脂等の塗布による第一モールド層26の形成をより容易に行なうことができる。なお、シリコーン樹脂の屈折率が第二モールド層25mをなすエポキシ樹脂よりも小さい場合は、第一モールド層26の、主化合物半導体層40の主光取り出し面及び側面を覆う部分の厚みをなるべく小さくすることが、光取り出し効率向上の観点において望ましい。また、第一モールド層26により、素子チップ100Cを剥離させる膨張応力を十分に軽減できる場合には、図10の発光素子300のように、残留基板部1の側面を切り立ち面状に形成してもよい。さらに、図12の発光素子500のように、適当な硬度(例えばJIS:K6253に規定のタイプAデュロメータ硬度にて17以上:望ましくは30以上)を有するシリコーン樹脂(例えば、前述のKJR-9022、KJR-9023、KJR-9025など:同様の硬度を有するものであれば透明な軟質ウレタン樹脂でもよい)であれば、全体を該樹脂にて構成したモールド部126を採用しても、素子チップ100Cの剥がれ防止効果を達成することができる。

[0061] また、図11の発光素子400のように、素子チップ100Cの側面は、厚さ方向において、第一主表面から第二主表面に至る少なくとも一部区間(本実施形態では全区間)を、断面積が連続的に減少する傾斜面とすることもできる。該傾斜面上の側面は、高分子材料ないしセラミック材料からなる絶縁層100Iを介してAu層等からなる反射金属層100Rで覆われている。なお、図1の残留基板部1に相当する部分は形成されていない。また、導電性接着層は金属ペースト層に代えてAuろう層217とされている。上記傾斜面は断面減少部を構成しており、その全体が軟質の第一モールド層26にて覆われ、モールド材料の膨張応力によるAuろう層217からの剥離が抑制されている。他方、素子チップ100Cの主光取り出し面は第二モールド層25mで覆われている。

[0062] (第二発明)

以下、第二発明を実施するための最良の形態を添付の図面を用いて説明する。ただし、多くの部分が図1ー図8を用いて説明した第一発明の発光素子100と共通するので、共通部分には同一の符号を付与して詳細な説明は省略する。図13の発光素子600は、図1の発光素子100と全く同一の構造の素子チップ100C(図2参照)を有する(その製造方法も、図3ー図5を用いて説明したものと同一である)。そして、金属ステージ52上において素子チップ100Cは、金属ペースト層117とともに、発光層部24からの発光光束に対して透光性を有する高分子モールド材料、ここではエポキシ樹脂製の単一のモールド層226からなるモールド部25にて覆われている。モールド部25は、素子チップ100Cの切り欠き部1jがエポキシ樹脂により充填される形で形成されている。本実施形態では、モールド部25の全体がエポキシ樹脂にて構成され、その結果、切り欠き部1jにもエポキシ樹脂が充填されてなる。また、残留基板部(ベース半導体層)1は、その厚さ方向における途中位置から、金属ステージ52に接着される第二主表面側に向けて、該厚さ方向と直交する断面積が連続的に増加する断面増加部1gが形成されている。具体的には、切り欠き部1jにおいて残留基板部1の側面が凹状湾曲断面形態に形成されてなり、厚さ方向において該残留基板部1の側面の湾曲底位置よりも第二主表面側に位置する部分が断面増加部1gを形成してなる。

- [0063] 切り欠き部1jを形成した素子チップ100Cは、該切り欠き部1jに充填されたエポキシ樹脂が、素子チップ100Cの通電発熱等により膨張すると、切り欠き部1jの底面（図では、補助電流拡散層91の露出した外周面）と金属ステージ52の上面との間で突っ張り力的な膨張応力を生じる。しかし、切り欠き部1jに充填されたエポキシ樹脂が膨張したとき、その膨張応力は、断面増加部1gにおいて残留基板部1ひいては素子チップ100Cを金属ペースト層117（導電性接着層）に押し付ける向きに作用する。その結果、素子チップ100Cが金属ペースト層117から浮き上がって剥がれる等の不具合を効果的に抑制することができる。また、残留基板部1の側面は凹状湾曲断面形態となっており、切り欠き部1j内に充填されたエポキシ樹脂の膨張応力を湾曲面に沿って種々の方向に分散でき、素子チップ100Cの剥がれ等を一層起こりにくくすることができる。
- [0064] なお、第二発明の発光素子においても、その素子チップ100Cを、図6の発光素子700に示すように、残留基板部1の側面において、厚さ方向における第二主表面側末端位置に、外向きに突出する鰐状の突出部分1fを、断面増加部1gの一部をなす形で形成することもできる。その製造方法は、図7のような工程を同様に採用できる。
- [0065] なお、図1、図6、図9及び図10の発光素子100、700、200及び300は、第二発明の要件も具備しており、該第二発明の実施形態を示すものでもある。

請求の範囲

- [1] 発光層部を有するとともに自身の第一主表面に主光取り出し面が形成された素子チップの第二主表面が導電性接着層を介して金属ステージに接着され、前記素子チップを前記導電性接着層とともに前記金属ステージ上にて、前記発光層部からの発光光束に対して透光性を有する高分子モールド材料からなるモールド部にて覆った構造を有し、さらに、
- 前記素子チップは、該素子チップの厚さ方向における少なくとも一部区間において、前記第一主表面側から前記第二主表面側に向けて、前記厚さ方向と直交する断面積が連続的又は段階的に減少する断面減少部が形成され、前記モールド部の一部が、該断面減少部を少なくとも覆う第一モールド層と、該第一モールド層の外側を覆う第二モールド層とを有し、前記第一モールド層が前記第二モールド層よりも軟質の高分子モールド材料にて構成されたことを特徴とする発光素子。
- [2] 前記第一モールド層がシリコン樹脂により構成されてなることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の発光素子。
- [3] 前記第二モールド層の少なくとも一部がエポキシ樹脂により構成されてなる請求の範囲第1項又は第2項に記載の発光素子。
- [4] 発光層部を有するとともに自身の第一主表面に主光取り出し面が形成された素子チップの第二主表面が導電性接着層を介して金属ステージに接着され、前記素子チップを前記導電性接着層とともに前記金属ステージ上にて、前記発光層部からの発光光束に対して透光性を有する高分子モールド材料からなるモールド部にて覆った構造を有し、さらに、
- 前記素子チップは、該素子チップの厚さ方向における少なくとも一部区間において、前記第一主表面側から前記第二主表面側に向けて、前記厚さ方向と直交する断面積が連続的又は段階的に減少する断面減少部が形成され、前記モールド部は、該断面減少部を覆う部分が少なくとも、シリコン樹脂からなる高分子モールド材料にて構成されたことを特徴とする発光素子。
- [5] 発光層部を有するとともに自身の第一主表面に主光取り出し面が形成された素子チップの第二主表面が導電性接着層を介して金属ステージに接着され、前記素子

チップを前記導電性接着層とともに前記金属ステージ上にて、前記発光層部からの発光光束に対して透光性を有する高分子モールド材料からなるモールド部にて覆った構造を有し、さらに、

前記素子チップは、該素子チップの厚さ方向における少なくとも一部区間において、前記第一主表面側から前記第二主表面側に向けて、前記厚さ方向と直交する断面積が連続的又は段階的に減少する断面減少部が形成され、前記モールド部は、該断面減少部を覆う部分が少なくとも、JIS:K6253に規定のタイプAデュロメータ硬度にて50以下の柔軟材料からなる高分子モールド材料にて構成されたことを特徴とする発光素子。

[6] 前記導電性接着層がAgペースト層として前記素子チップの第二主表面の周囲にはみ出して形成され、該Agペースト層のはみ出し面がペースト反射面を形成すると共に、該ペースト反射面が、シリコン樹脂からなる前記高分子モールド材料にて覆われてなることを特徴とする請求の範囲第2項ないし第5項のいずれか1項に記載の発光素子。

[7] 前記素子チップは、発光層部を有するとともに自身の第一主表面側に主光取り出し面が形成された主化合物半導体層と、該主化合物半導体層の第二主表面側に位置する導電性のベース半導体層とを備え、該ベース半導体層の第二主表面が導電性接着層を介して金属ステージに接着され、

前記主光取り出し面の直下部分の少なくとも一部が切り欠き対象部となり、かつ、該切り欠きの結果として生ずる残留部分が、前記光取り出し側電極の直下部分の少なくとも一部を含むように前記ベース半導体層に切り欠き部が形成され、該切り欠き部の少なくとも底面が前記断面減少部を構成していることを特徴とする請求の範囲第1項ないし第6項のいずれか1項に記載の発光素子。

[8] 前記ベース半導体層は、その厚さ方向における少なくとも途中位置から前記金属ステージに接着される第二主表面側に向けて、該厚さ方向と直交する断面積が連続的又は段階的に増加する断面増加部が形成されてなることを特徴とする請求の範囲第7項に記載の発光素子。

[9] 前記切り欠き部において前記ベース半導体層の側面が凹状湾曲断面形態に形成

されてなり、前記厚さ方向において該ベース半導体層の前記側面の湾曲底位置よりも前記第二主表面側に位置する部分が前記断面増加部を形成してなることを特徴とする請求の範囲第7項に記載の発光素子。

[10] 前記ベース半導体層の側面には、前記厚さ方向における第二主表面側末端位置に、外向きに突出する鰐状の突出部分が前記断面増加部の少なくとも一部をなす形で形成されていることを特徴とする請求の範囲第8項又は第9項に記載の発光素子。

[11] 前記主化合物半導体層が光吸収性化合物半導体基板の第一主表面上にエピタキシャル成長され、前記主化合物半導体層の第一主表面の一部領域を主光取り出し面とし、前記発光層部に発光駆動電圧を印加するための光取り出し側電極が、前記主化合物半導体層の第一主表面の一部を覆う形で形成され、
前記主光取り出し面の直下部分の少なくとも一部が切り欠き対象部となり、かつ、該切り欠きの結果として生ずる残留基板部に前記光取り出し側電極の直下部分の少なくとも一部が含まれるように前記光吸収性化合物半導体基板に切り欠き部が形成され、当該残留基板部が前記ベース半導体層を形成してなることを特徴とする請求の範囲第7項ないし第10項のいずれか1項に記載の発光素子。

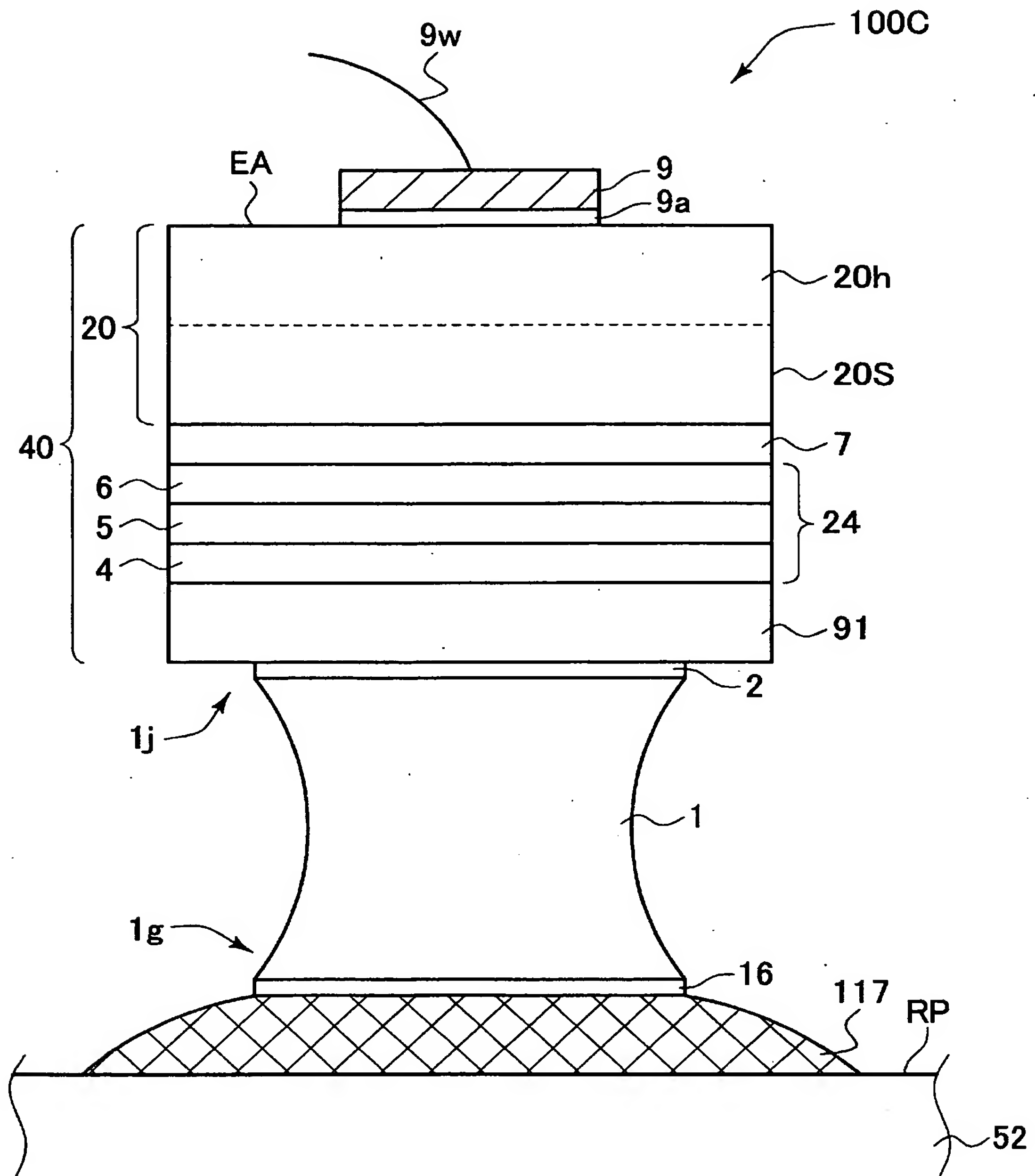
[12] 前記素子チップの側面は、前記厚さ方向において、前記第一主表面から前記第二主表面に至る少なくとも一部区間が、断面積が連続的に減少する傾斜面とされ、前記第一モールド層は該傾斜面を覆う形で形成されてなることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の発光素子。

[13] 発光層部を有するとともに自身の第一主表面側に主光取り出し面が形成された主化合物半導体層と、該主化合物半導体層の第二主表面側に位置する光吸収性のベース半導体層とを備えた素子チップの、前記ベース半導体層の第二主表面が導電性接着層を介して金属ステージに接着され、前記素子チップを前記導電性接着層とともに前記金属ステージ上にて、前記発光層部からの発光光束に対して透光性を有する高分子モールド材料からなるモールド部にて覆った構造を有し、さらに、
前記主光取り出し面の直下部分の少なくとも一部が切り欠き対象部となり、かつ、該切り欠きの結果として生ずる残留部分が、前記光取り出し側電極の直下部分の少なくとも一部を含むように、前記ベース半導体層に切り欠き部が形成され、

前記切り欠き部が形成された前記ベース半導体層の第二主表面を金属ステージ上に前記導電性接着層を介して接着し、その状態で前記素子チップを前記金属ステージ上にて、前記切り欠き部が高分子モールド材料により充填されるように前記モールド部が形成され、さらに、前記ベース半導体層は、その厚さ方向における少なくとも途中位置から前記金属ステージに接着される第二主表面側に向けて、該厚さ方向と直交する断面積が増加する断面増加部が形成されてなることを特徴とする発光素子。

- [14] 前記モールド部の少なくとも一部がエポキシ樹脂にて構成されていることを特徴とする請求の範囲第13項に記載の発光素子。
- [15] 前記エポキシ樹脂により前記切り欠き部が充填されてなることを特徴とする請求の範囲第14項に記載の発光素子。
- [16] 前記切り欠き部において前記ベース半導体層の側面が凹状湾曲断面形態に形成されてなり、前記厚さ方向において該ベース半導体層の前記側面の湾曲底位置よりも前記第二主表面側に位置する部分が前記断面増加部を形成してなることを特徴とする請求の範囲第13項ないし第15項のいずれか1項に記載の発光素子。
- [17] 前記ベース半導体層の側面には、前記厚さ方向における第二主表面側末端位置に、外向きに突出する鰐状の突出部分が前記断面増加部の少なくとも一部をなす形で形成されていることを特徴とする請求の範囲第13項ないし第16項のいずれか1項に記載の発光素子。
- [18] 前記主化合物半導体層が光吸収性化合物半導体基板の第一主表面上にエピタキシャル成長され、前記主化合物半導体層の第一主表面の一部領域を主光取り出し面とし、前記発光層部に発光駆動電圧を印加するための前記光取り出し側電極が、前記主化合物半導体層の第一主表面の一部を覆う形で形成され、
前記主光取り出し面の直下部分の少なくとも一部が切り欠き対象部となり、かつ、該切り欠きの結果として生ずる残留基板部に前記光取り出し側電極の直下部分の少なくとも一部が含まれるように前記光吸収性化合物半導体基板に切り欠き部が形成され、当該残留基板部が前記ベース半導体層を形成してなることを特徴とする請求の範囲第13項ないし第17項のいずれか1項に記載の発光素子。

[図2]



[図3]

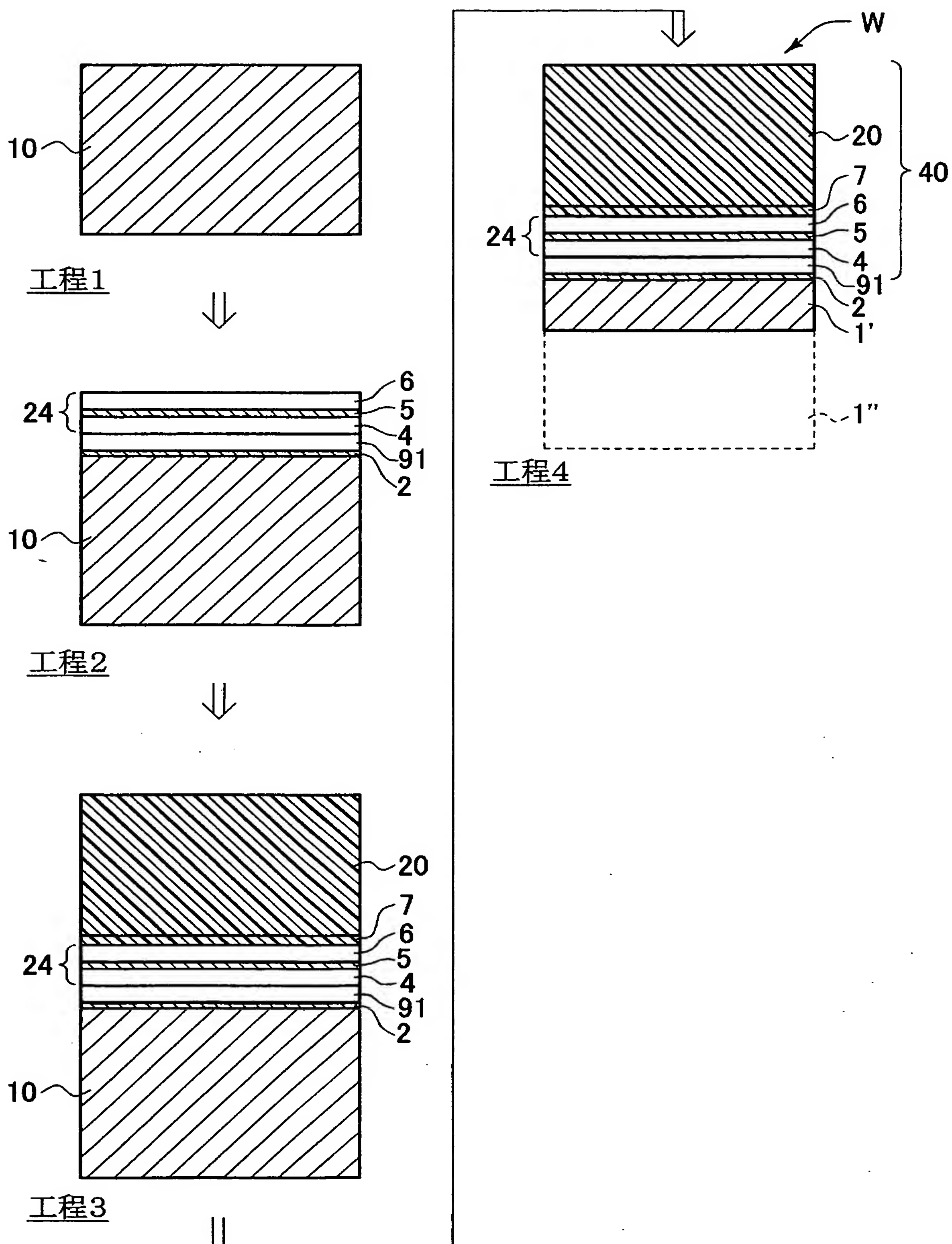
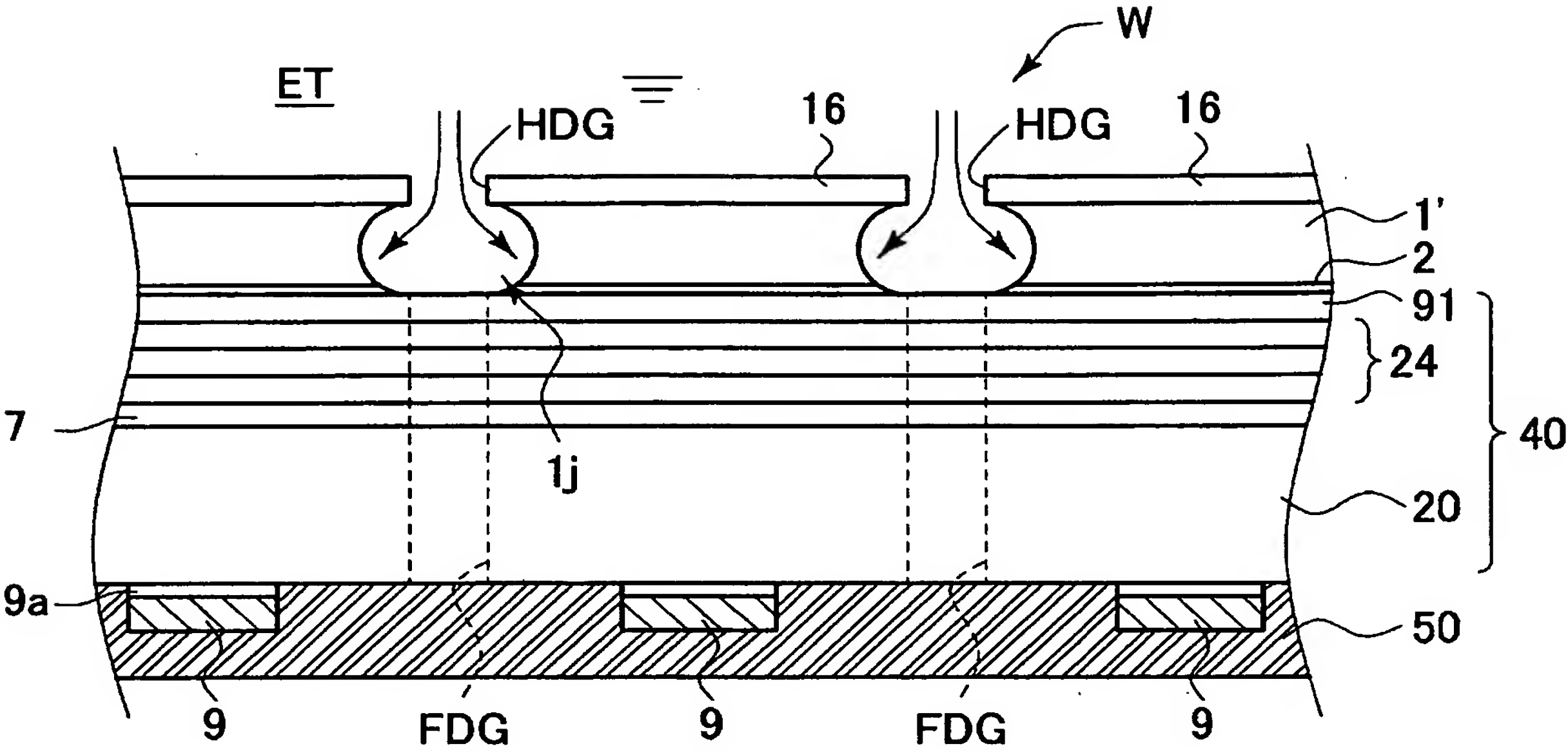


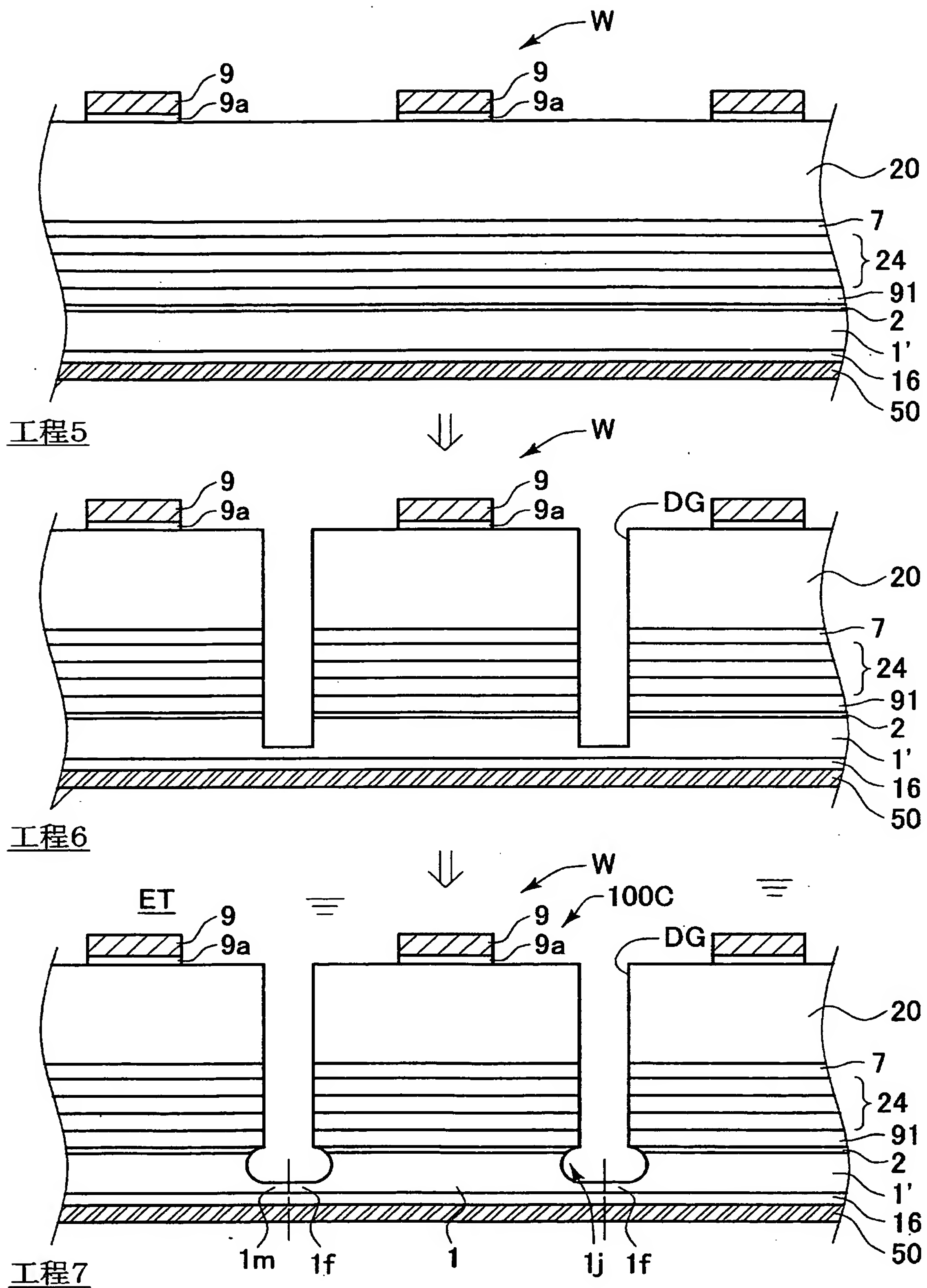
Figure 1 illustrates the manufacturing process of a semiconductor device in three stages:

- Engineering 5:** A cross-sectional view of a substrate 50 with a base layer 16, a first layer 1', a second layer 2, a third layer 91, a fourth layer 24, a fifth layer 7, and a sixth layer 20. A patterned layer 9 is formed on the top surface, with a specific region labeled 9a. A width W is indicated.
- Engineering 6:** The patterned layer 9 is partially removed, leaving a gap. A new layer 9a is formed in the gap. A layer 20 is formed on the top surface, with a specific region labeled DG. A width W is indicated.
- Engineering 7:** The patterned layer 9 is further removed, leaving a gap. A new layer 9a is formed in the gap. A layer 20 is formed on the top surface, with a specific region labeled DG. A width W is indicated. The gap is filled with a material 1g, and a layer 1j is formed on the bottom surface. A layer 100C is formed on the top surface, with a specific region labeled ET. A width W is indicated.

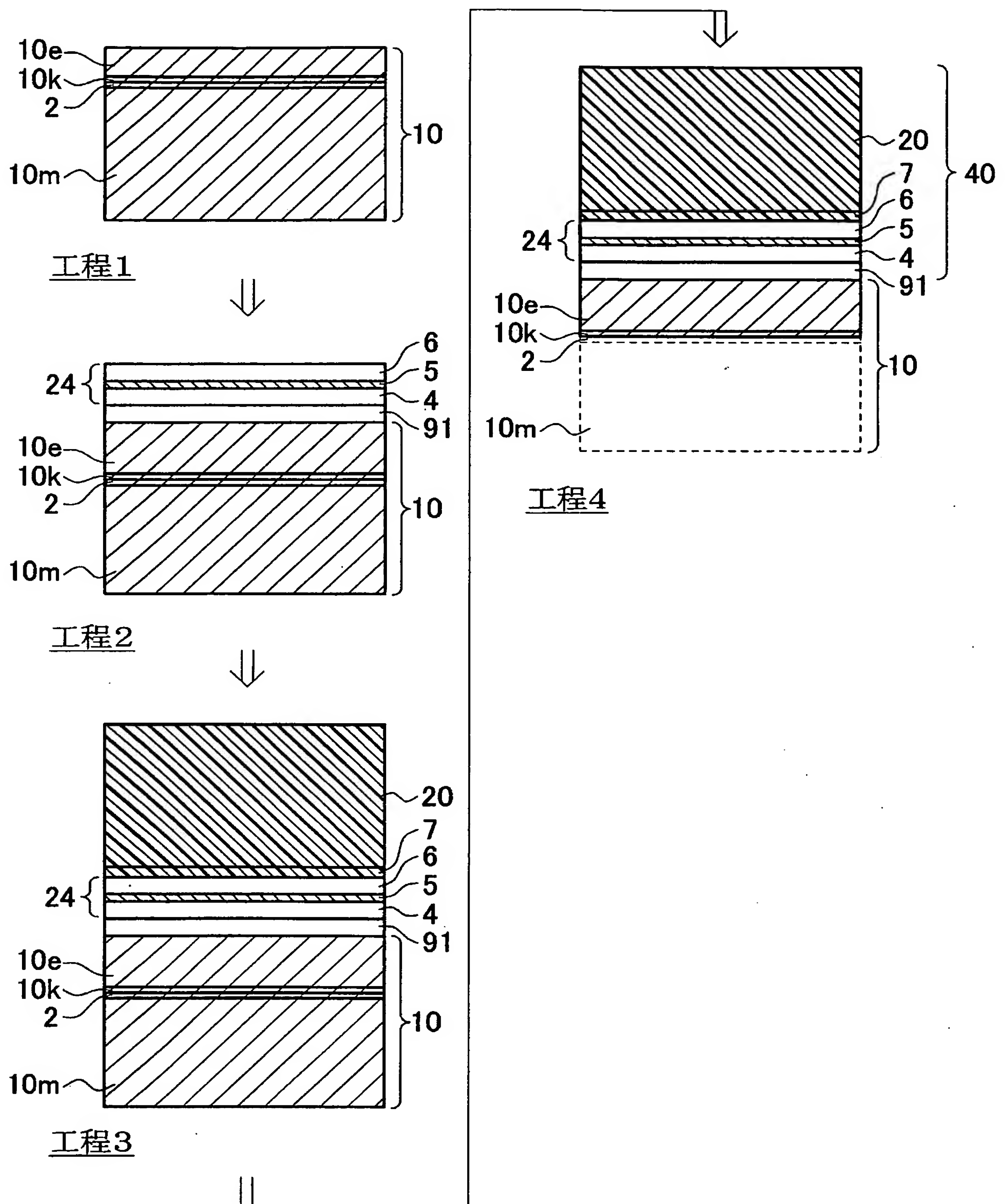
[図5]



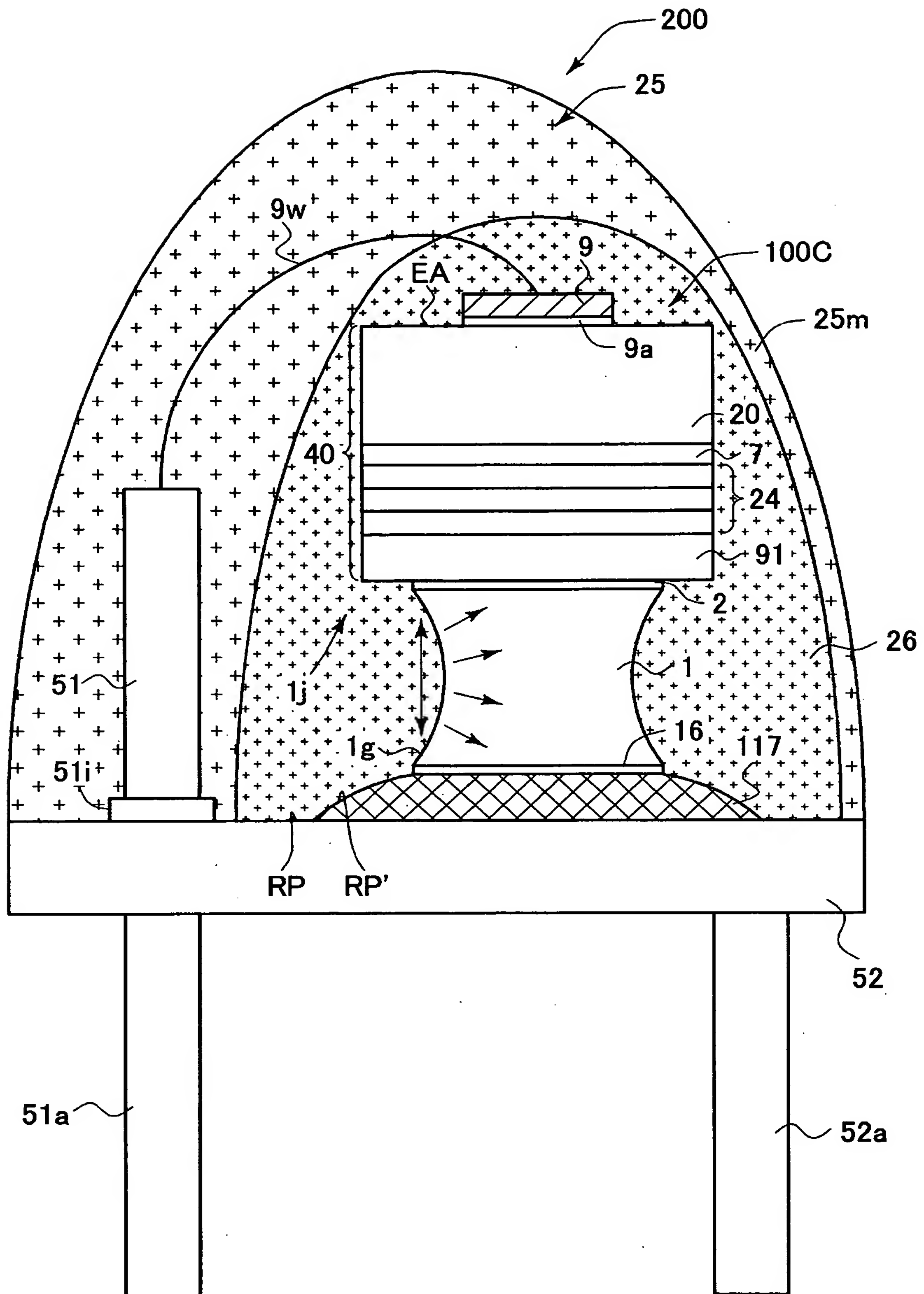
[図7]



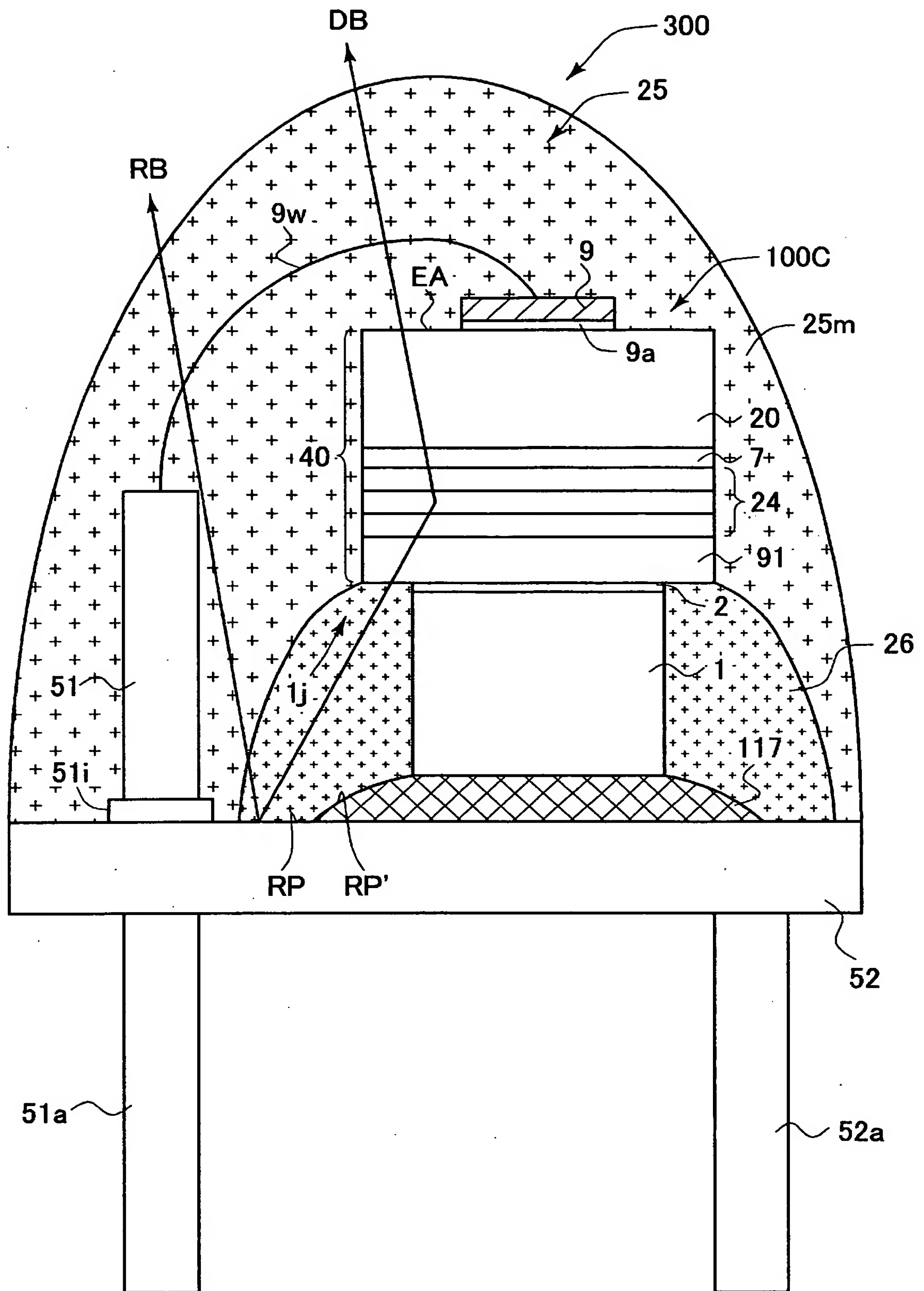
[図8]



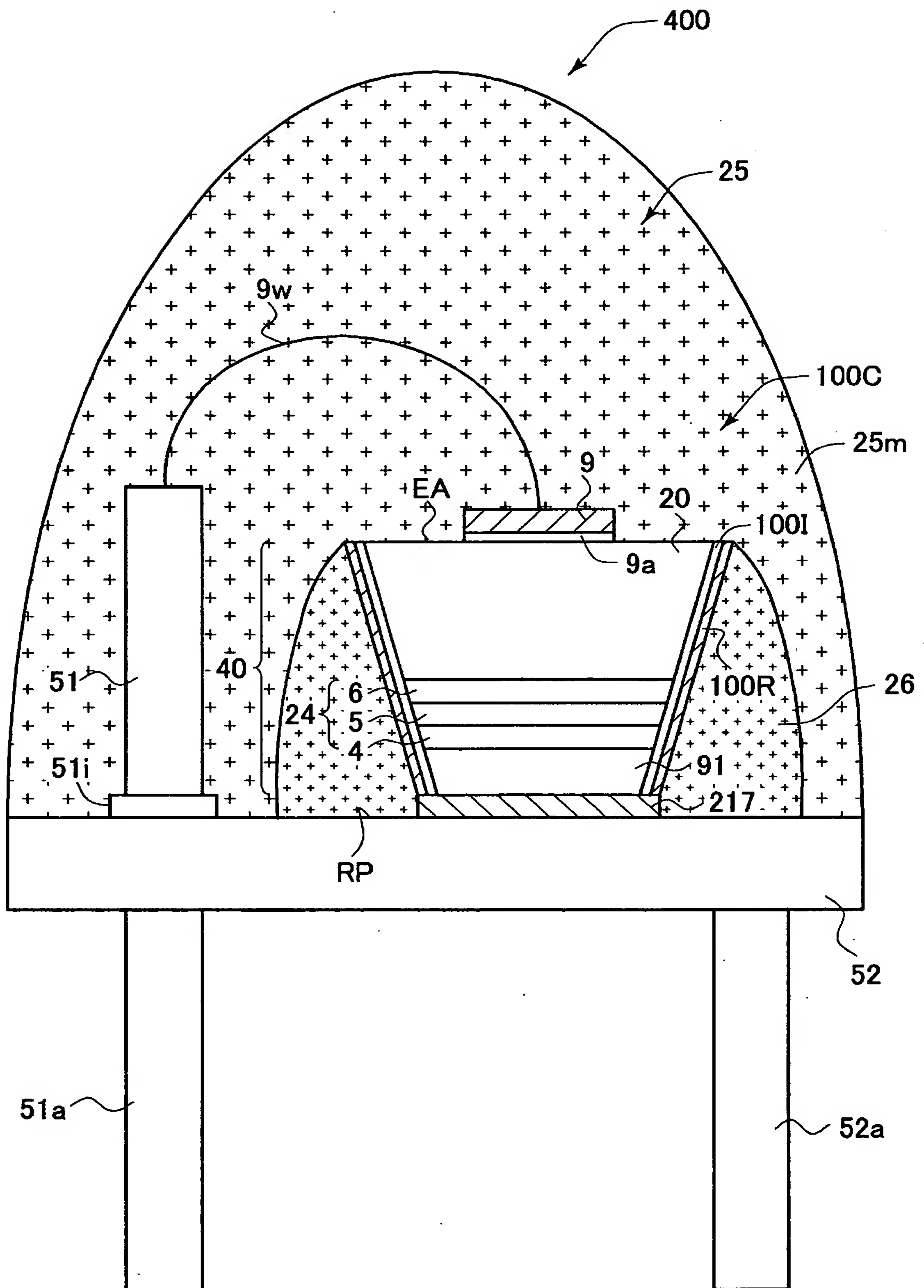
[図9]



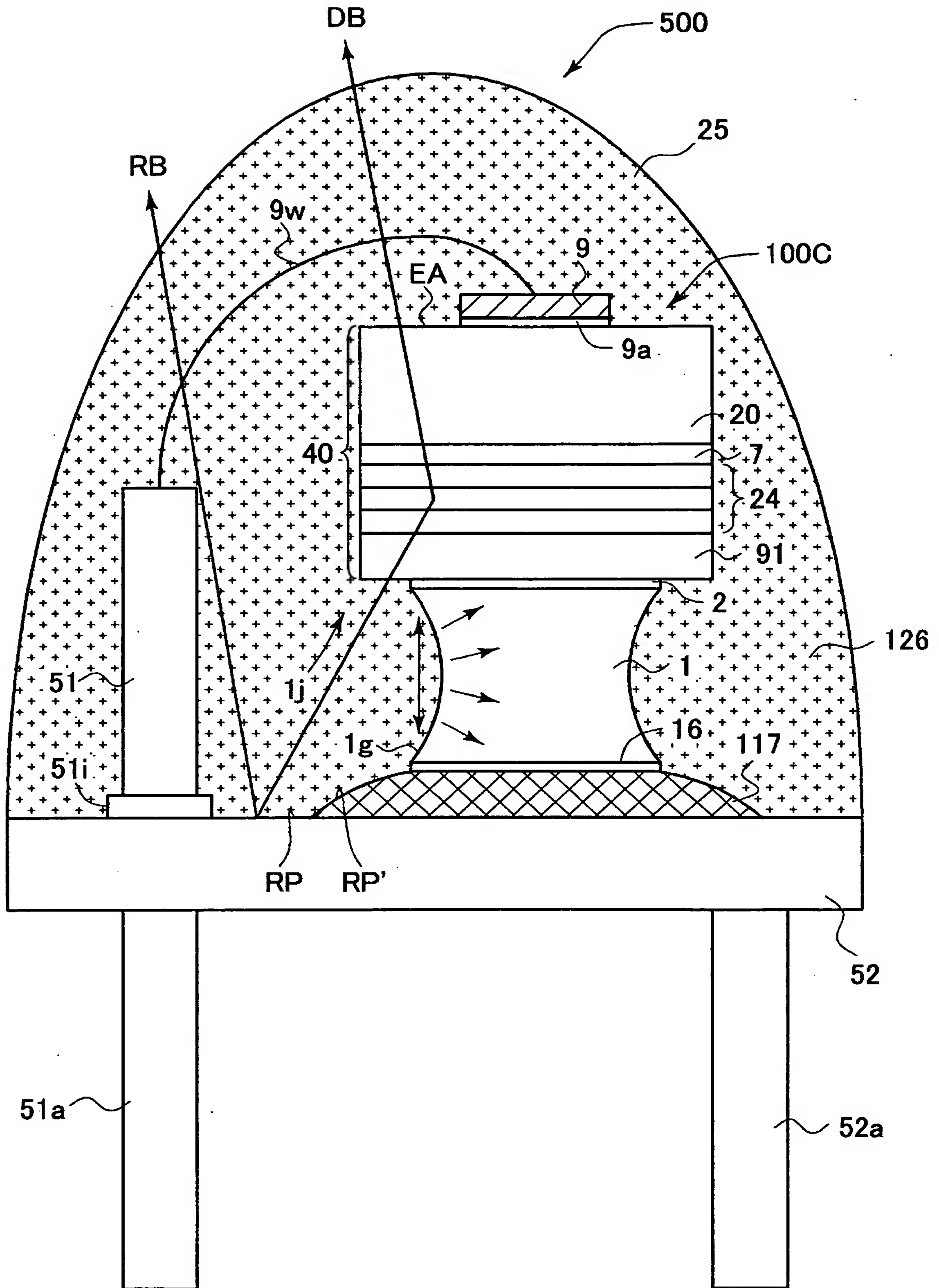
[図10]



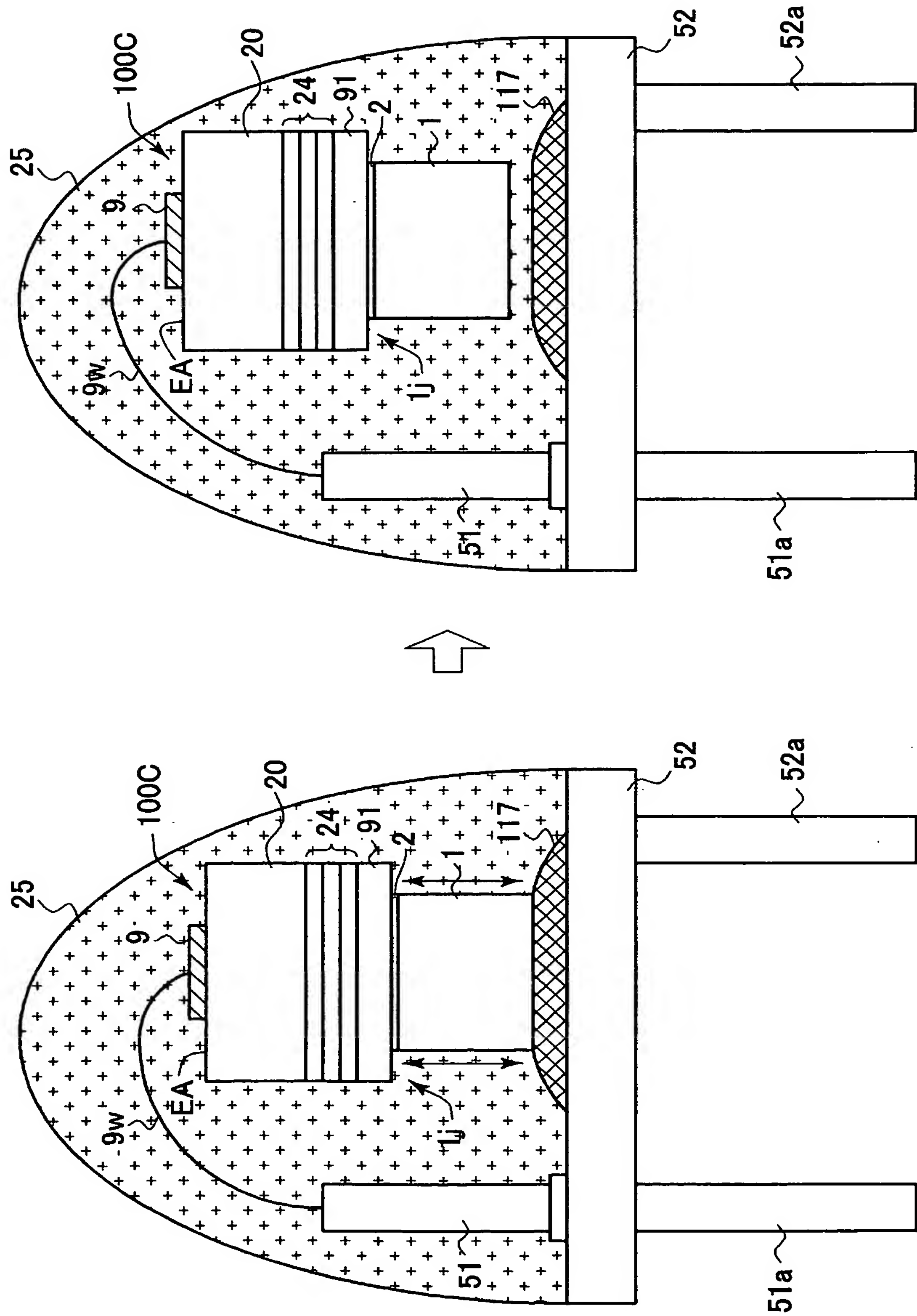
[図11]



[図12]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/016346

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01L33/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H01L33/00Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 7-111343 A (Matsushita Electronics Corp.), 25 April, 1995 (25.04.95), Full text; all drawings (Family: none)	1-7, 11-13
Y	JP 10-12929 A (Hitachi Cable, Ltd.), 16 January, 1998 (16.01.98), Full text; all drawings (Family: none)	1-7, 11-13
A	JP 2000-124475 A (Kaneka Corp.), 28 April, 2000 (28.04.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-18

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
24 November, 2004 (24.11.04)Date of mailing of the international search report
14 December, 2004 (14.12.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/016346

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-190619 A (Toshiba Corp.), 05 July, 2002 (05.07.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-18

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. H01L33/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. H01L33/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 7-111343 A (松下電子工業株式会社) 1995. 04. 25, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7, 11 -13
Y	JP 10-12929 A (日立電線株式会社) 1998. 01. 16, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7, 11 -13
A	JP2000-124475 A (鐘淵化学工業株式会社) 2000. 04. 28, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-18

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

24. 11. 2004

国際調査報告の発送日

14. 12. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

道祖土 新吾

2K

3498

電話番号 03-3581-1101 内線 3253

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2002-190619 A (株式会社東芝) 2002. 07. 05, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-18

This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.